

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Institut dopravy

Návrh diagnostického pracoviště
provozních hmot

Concept of the Fluid Capacities
Diagnostic Workplace

Student:

Jiří Makovec

Vedoucí práce:

doc. Ing. Petr Škapa, CSc.

Ostrava 2009

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou (bakalářskou) práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové (bakalářské) práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Moravské Třebové

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že:

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.

- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB - TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§35 odst. 3).

- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce.

- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB - TUO.

- bylo sjednáno, že s VŠB - TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.

- bylo sjednáno, že užít své dílo - diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB - TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB - TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).

V Moravské Třebové 9. září 2009

.....

plné jméno diplomanta

Jiří Makovec

Sportovní 10

571 01 Moravská Třebová

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

MAKOVEC. J. Návrh diagnostického pracoviště provozních hmot. Ostrava: Institut dopravy, Fakulta strojní, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2009, 47 s. Bakalářská práce, vedoucí: doc. Ing. Petr Škapa, CSc

Cílem této bakalářské práce je analyzovat fyzikálně chemické rozborů provozních hmot, posoudit využití výsledků rozborů z hlediska hospodárnosti provozu kolejových hnacích vozidel. A následně na základě fyzikálně chemických rozborů navrhnout vybavení diagnostického pracoviště pro rozbor provozních hmot. V úvodu je popsáno proč a jak jsou provozní hmoty pro hnací kolejová vozidla důležité. Následuje rozbor jednotlivých provozních hmot. Poté se bakalářská práce věnuje fyzikálně chemickým rozborům. Závěr práce obsahuje návrh diagnostického pracoviště a vyhodnocení přínosu práce.

ANNOTATION OF BACCALAUREATE WORK

MAKOVEC. J. Concept of the Fluid Capacities Diagnostic Workplace. Ostrava: Institute of Transport, Faculty of Mechanical Engineering, VŠB – Technical University of Ostrava, 2009, 47 p. baccalaureate work, leader: doc. Ing. Petr Škapa, CSc

Aim of this baccalaureate work is analyze physical and chemical analysis operational matters, pass judgment on usage results analysis in light of economy running tracked tractive unit. A consequently on the grounds physical chemical analysis suggest equipment diagnostic workplace for analysis operational matters. In introduction be described to why plus how are operational masses for driving tracked vehicles important. Follows analysis single operational matters. After it baccalaureate work paies physical and chemical analysis. Lockwork work includes proposal diagnostic workplace plus evaluation contribution work.

OBSAH BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

1. Úvod	7
2. Provozní hmoty používané v dopravní organizaci	8
2.1. Motorová nafta	8
2.2. Motorový olej	9
2.3. Transformátorový olej	10
2.4. Hydraulický olej	10
2.5. Chladicí kapalina	11
2.6. Napájecí voda pro energetické zdroje	11
2.7. Odpadní voda	11
3. Fyzikálně chemické rozborý provozních hmot v dopravní organizaci a jejich význam	12
3.1. Základní fyzikálně chemické rozborý motorové nafty	13
3.1.1. Stanovení hustoty motorové nafty	14
3.1.2. Stanovení bodu vzplanutí podle Penskyho – Martense	14
3.1.3. Stanovení obsahu vody a nečistot v motorové naftě.....	15
3.2. Základní fyzikálně chemické rozborý napájecích vod, vod pro chlazení spalovacích motorů	16
3.2.1. Stanovení celkové tvrdosti surové vody	17
3.2.2. Stanovení celkové zásaditosti surové vody	18
3.2.3. Stanovení nekarbonátové solnosti surové vody ..	18
3.2.4. Stanovení chloridů podle Mohra u surové vody	19
3.2.5. Stanovení pH u surové vody	20
3.2.6. Rozborý vzorků chladicích kapalin	20
3.3. Tribotechnická diagnostika olejů	21
3.3.1. Stanovení bodu vzplanutí a hoření oleje	22

3.3.2. Stanovení kinematické viskozity oleje	23
3.3.3. Stanovení obsahu vody v oleji	24
3.3.4. Stanovení obsahu nerozpustných látek	24
3.3.5. Stanovení obsahu mechanických nečistot v oleji z provozu na membránovém filtru	25
3.3.6. Stanovení celkové alkality oleje	26
3.3.7. Stanovení karbonizačního zbytku podle Conradsona.....	27
3.3.8. Stanovení obsahu popela v oleji	27
3.3.9. Ferrografie motorového oleje	28
3.3.10. Atomová absorpční spektrometrie	30
 4. Návrh diagnostického pracoviště pro rozbor provozních hmot	30
4.1. Rozvaha za jakých podmínek vybavit pracoviště všemi přístroji a za jakých podmínek jen základními přístroji ...	30
4.2. Vybavení diagnostického pracoviště I	32
4.3. Vybavení diagnostického pracoviště II	34
4.4. Pořizovací náklady na vybavení diagnostického pracoviště I	35
4.5. Celkové náklady na vybavení diagnostického pracoviště I.....	38
4.6. Pořizovací náklady na vybavení diagnostického pracoviště II	39
4.7. Celkové náklady na vybavení diagnostického pracoviště II.....	42
 5. Vyhodnocení návrhu	42
 6. Poděkování a závěr	43
 Odkazy na literaturu v textu	43
Použitá literatura	45
Přílohy	46

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ:

ČOV – čistička odpadních vod

DKV – depo kolejových vozidel

KHV – hnací kolejové vozidlo

pH – potential of hydrogen – potenciál vodíku, vodíkový index

PJ – provozní jednotka

1. ÚVOD

Provozní hmoty, jsou takové hmoty, které jsou nezbytné pro provoz kolejových hnacích vozidel (dále jen KHV) a jejich strojních součástí. Dále známe provozní hmoty, které se používají pro provoz technických a technologických zařízení sloužících k udržení dopravní organizace v chodu.

Co se týče provozních hmot pro KHV, jedná se hlavně o palivo, které je těmito KHV při jejich provozu spalováno. Dále je zde důležité mazivo, díky kterému dochází ke snižování tření a tím i opotřebením dvou styčných ploch, které jsou vůči sobě v pohybu. Písek pro HKV je další provozní hmotou, využívá se, aby nedocházelo k prokluzu hnacího dvojkolí a aby bylo zvýšeno adhezní tření mezi dvojkolím a kolejnicí. Kvůli nutnosti chladit spalovací motor při jeho provozu je provozní hmotou také chladicí kapalina, která udržuje spalovací motor v ideálním rozmezí teploty vhodné pro jeho provoz. Následující kapalinou používanou v KHV je voda, která se používá k technickým a sociálním účelům. Existují i další provozní hmoty, jako tlakový vzduch či technické plyny.

Shrnutím těchto hmot dostáváme obrovskou skupinu látek, které jsou nezbytné pro provoz KHV. Tyto látky je potom výhodné kontrolovat. Kontrola je výhodná v tom hledisku, že dostáváme přesné informace zda - li je daná provozní hmota dodávaná do dopravní organizace v požadované kvalitě či nikoli. Dále kontrolujeme provozní hmoty přímo při provozu daných HKV. Tato kontrola je výhodná v tom, že je schopná nám odhalit blížící se závady.

U kolejových hnacích vozidel s vznětovým motorem využíváme preventivní kontroly jakosti motorové nafty, mazacích olejů a chladicí kapaliny. Špatná kvalita těchto provozních hmot může vést k řadě provozních poruch a hrozí zde i vážná poškození KHV. Oprava takovýchto poruch stojí někdy nemalé finanční prostředky a vznikají též prostoje, kdy vozidlo stojí v dílně a není k užitku. Takový stav je nevýhodný proto se mu pomocí diagnostiky provozních hmot snažíme předejít.

Cílem této práce je provést analýzu fyzikálně chemických rozborů provozních hmot. Dále využití výsledků rozborů z hlediska hospodárnosti provozu KHV. Na podkladě prováděných fyzikálně chemických rozborů navrhnout vybavení diagnostického pracoviště.

2. PROVOZNÍ HMOTY POUŽÍVANÉ V DOPRAVNÍ ORGANIZACI

2.1. MOTOROVÁ NAFTA

Motorovou naftu zařazujeme podle její výroby mezi destiláty tvořené ropou. Je to směs kapalných uhlovodíků, které vřou při teplotách od 150°C až do 360°C. Jedná se o hořlavinu III třídy nebezpečnosti, její páry vytvářejí výbušnou směs spolu se vzduchem. Podle zákona č. 356/2003 sb. je motorová nafta klasifikována jako zdraví škodlivá a karcinogenní látka 3. kategorie.

Využití motorové nafty je hlavně jako pohonná hmota pro provoz KHV opatřených vznětovými motory. [1]

Tab. 1. Vlastnosti motorové nafty podle ČSN EN 590

Ukazatel	Jednotka	Motorová nafta třídy B	Motorová nafta třídy D	Motorová nafta třídy F	Motorová nafta třídy 2
Hustota při 20°C	kg/m ³	820 – 845	820 – 845	820 – 845	800 - 840
Cetanové číslo	-	51	51	51	48
Obsah síry	mg/kg	10	10	10	10
Viskozita při 40°C	mm ² /s	2 – 4,5	2 – 4,5	2 – 4,5	1 - 4
Bod vzplanutí	°C	> 55	> 55	> 55	...
Filtrovatelnost podle CFPP	°C	max. 0	max. -10	max. -20	max. -32
Maximální obsah vody	mg/kg	200	200	200	200
Maximální obsah nečistot	mg/kg	24	24	24	24
Maximální obsah popela	% hm	0,01	0,01	0,01	0,01
Období podle klimatických podmínek	-	15. 4. – 30.9.	1. 10. – 15.11. 1. 3. – 14. 4.	16. 11. – 28.2.	arktické klima

2.2. MOTOROVÝ OLEJ

Olej používaný k mazání ploch v motoru, které jsou vůči sobě ve vzájemném pohybu. Jsou na něj kladeny vysoké požadavky. Konkrétně musí být odolný proti oxidaci, musí mít stabilní viskozitu při změně teploty.

Motorový olej dále musí mít dobré mazací vlastnosti i při vysokých teplotách a tlacích, musí být tekutý i za nízkých teplot, nesmí pěnit a tvořit úsady.

Do motorového oleje přidávají aditiva, což jsou prvky, které zlepšují vlastnosti oleje. Mezi aditiva patří detergenty, disperzanty, přísady proti pění, modifikátory viskozity, látky které brání korozi apod. Jedná se o hořlavou kapalinu IV třídy nebezpečnosti.

Tribotechnická diagnostika motorového oleje nabízí možnost efektivního hospodaření s tímto olejem. Nedochozí pak k případům, kdy je vyměňován olej, který je již nadměrně opotřeбенý a neplní svojí funkci. Naopak nedochází ani k situacím ve kterých by byl vyměňován motorový olej, který by ještě mohl plnit svojí funkci. Tribotechnická diagnostika je tedy výhodná jak z ekonomického tak i ekologického hlediska, protože náklady na opravy motorů mnohdy převyšují pořizovací náklady na vybavení tribodiagnostických přístrojů a při havárii KHV způsobené zastaralým olejem hrozí znečištění životního prostředí. [2]

Tab. 2. Vlastnosti motorového oleje Trysk M6ADS II Plus

ukazatel	jednotka	hodnota
skupenství při 20°C	-	kapalné
teplota tuhnutí	°C	- 25
teplota varu	°C	> 250
viskozita při 100°C	mm ² /s	10,5 – 12,5
bod vzplanutí	°C	> 220
bod hoření	°C	> 260
hustota při 20°C	kg/m ³	890

2.3. TRANSFORMÁTOROVÝ OLEJ

Transformátor je elektrický netočivý stroj, v železniční dopravě se užívá k pohonu střídavých či vícesystémových trakčních kolejových vozidel. Transformátor je plněn transformátorovým olejem. Tento olej se používá k izolaci a odvodu tepla vznikajícího na měděném vinutí v transformátoru. Při vysokých teplotách, které se v transformátoru vyskytují, dochází k stárnutí oleje. Stárnutí je zapříčiněno i stykem oleje s kyslíkem a působením kovů, zvláště mědi. Stárnutí oleje se projevuje tvorbou kalů a zvýšením jeho kyselosti. Transformátorový olej proto obsahuje antioxidační přísady, které zpomalují jeho stárnutí.

Ke kontrole transformátorového oleje se používá metody plynové chromatografie. Je to metoda, která analyzuje plyny rozpustné v oleji. Přehřátí transformátoru či vnitřní výboje nebo rozklad izolace způsobují tvorbu plynů, které se usazují v oleji. Pravidelnou kontrolou vzorku oleje z transformátoru jsme schopni zjistit případné blížící se závady a předejít jim. [3]

2.4 HYDRAULICKÝ OLEJ

Olej, jehož základní funkcí je přenos tlaků v hydraulických systémech. Další jeho funkcí je mazání pohyblivých částí, odvod tepla a zabránění koroze kovových součástí. Důležitou vlastností hydraulického oleje je jeho viskozita, která je závislá na prostředí, ve kterém je daný stroj provozován. Ve venkovním prostředí je důležité, aby hydraulický olej měl nízký bod tuhnutí a vysoký viskózní index.

Další důležitou vlastností je požadavek na co nejnižší stlačitelnost hydraulického oleje. Stlačitelnost je závislá na obsahu vzduchu v oleji, čím více bublinek vzduchu obsažených v oleji, tím větší stlačitelnost. Podstatná je i vlastnost odlučovat vodu a snášet se s těsnícími materiály.

U HKV má se hydraulický olej používá v hydrodynamické převodovce, která je tímto olejem naplněna. [4]

2.5 CHLADICÍ KAPALINA

U všech KHV, jejichž spalovací motor je chlazen kapalinou se používá jako chladicí médium demineralizovaná voda s přísadami 0,1 – 0,3 % roztoku emulzního oleje Antikorol P1, 0,5 – 4 % roztoku Indikor Lam a Fridxu Stabil.

Emulzní olej Antikorol P1 zabraňuje tvoření úsad v chladicím okruhu u motoru kolejového hnacího vozidla a také chrání chladicí okruh před korozí. Voda, která se používá pro přípravu chladicí kapaliny, nesmí obsahovat mechanické nečistoty a musí vyhovovat v těchto parametrech. Její celková tvrdost vody nesmí být více jak 1,07 mmol/litr. Nekarbonátová solnost nesmí být větší jak 3,5 mmol/litr. Obsah chloridů může být maximálně 50 mg/litr a pH musí být v rozmezí 6,5 – 8,4. [5]

2.6 NAPÁJECÍ VODA PRO ENERGETICKÉ ZDROJE

Voda sloužící v DKV pro parní a teplovodní kotle, které jsou využívány pro vytápění a výrobu teplé užitkové vody. Takovou vodu je potřeba před použitím upravit. Provádí se změkčení vody, aby se zabránilo tvorbě vodního kamene. Dále se do vody přidávají chemické látky, které zajišťují potřebné vlastnosti napájecí vody. A nakonec se provádí termické odplynění vody, které z vody odstraní větší množství kyslíku a kysličníku uhličitého, který by mohl způsobit korozi kovových částí technických zařízení, v nichž je tato voda obsažena. Vodu pro energetické zdroje je též nutno filtrovat. [6]

2.7 ODPADNÍ VODA

Odpadní voda je taková voda, která byla znečištěna lidskou činností. V provozu dopravní organizace je nutno počítat se splaškovými odpadními vodami ze sociálních zařízení.

Tyto vody jsou obdobného charakteru jako odpadní vody z bytové zástavby. Odvádějí se kanalizací do městské ČOV, pokud odvod kanalizací není možný, je nutno tyto vody biologicky vyčistit přímo v dopravní organizaci.

Dále se při provozu dopravní organizace vyskytují vody dešťové, nekontaminované ropnými látkami a technologické vody. Technologické vody bývají obvykle kontaminovány ropnými produkty. Ke kontaminaci dochází v místě zbrojení vozidel, na místech stání vozidel, na točnách apod. Technologické odpadní vody vznikají při mytí vozidel, při odmašťování součástí a technických celků. Složení těchto vod je závislé na mnoha činitelích.

Například na druhu provozované trakce, způsobu mytí vozidel, charakterem pomocných provozů či na stupni mechanizace práce. Objem odpadních vod vzniklých při provozu dopravní organizace se vyjadřuje objemem za určitý čas. Kvalitu těchto vod určují rozbor, jedná se o fyzikální, chemický, biologický a bakteriologický rozbor. [7]

3. FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ ROZBORY PROVOZNÍCH HMOT V DOPRAVNÍ ORGANIZACI A JEJICH VÝZNAM

Fyzikálně chemický rozbor je soubor zkoušek, prováděných na konkrétním vzorku provozní hmoty. Tyto zkoušky je nutno provést a poté následně vyhodnotit, abychom dostali obraz o jakosti zkoušené hmoty.

Zkoumají se fyzikální a chemické vlastnosti dané hmoty. Obvykle se jedná o hustotu a viskozitu při určité teplotě. Dále se zkoumá obsah různých prvků obsažených v dané látce. U hořlavých látek se například zkoumá, při jaké teplotě jsou zápalné či obsah vody v těchto prvcích obsažený.

Odběr vzorku z HKV či došlé zásilky provozní hmoty může provádět pouze osoba, která je dostatečně proškolená a obeznámena s technologií odběru vzorku. Odběr vzorku se provádí obvykle do suché a čisté vzorkovnice opatřené štítkem. Na štítek se zapisují nejrůznější údaje, jako datum odběru, dodávka provozní hmoty či KHV z kterého byl vzorek odebrán apod.

3.1. ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ ROZBORY MOTOROVÉ NAFTY

Důležitými rozbory jsou fyzikálně chemické rozbory motorové nafty, jejíž spotřeba je pro provoz KHV nejvyšší co se týče provozních hmot, které se v dopravní organizaci používají

Motorová nafta je do dopravní organizace dodávána pomocí cisteren. Tato motorová nafta musí svojí jakostí odpovídat platným normám. Kvalita motorové nafty se kontroluje následovně. Odběr vzorku se řídí podle platné normy, tedy podle ČSN EN 590. Z každé došlé cisterny tedy odebere zaměstnanec dopravní organizace po odpuštění cca 15 litru informativní vzorek a ve své chemické laboratoři provede potřebné rozbory. Jedná se o rozbor, při kterém se stanovuje hustota, bod vzplanutí, obsah vody a mechanických nečistot.

V případě, že vzorek nevyhovuje požadované kvalitě, je nutno komisionálně odebrat další vzorek vzorkovačem ve výšce $1/3$ průměru cisterny od spodní stěny. Je nutné zapsat datum a hodinu odebraného vzorku, množství odebraného vzorku, dále je potřeba zaznamenat způsob odebrání vzorku, a zajistit podpisy tří zaměstnanců dopravní organizace, kteří byli přítomni při odběru vzorku.

Takto získaný vzorek spolu se zápisem pošle daná dopravní organizace do chemické laboratoře. Tato laboratoř provede na vzorku potřebné zkoušky a v případě, že vzorek nevyhovuje, bude dopravní organizaci, ve které byl vzorek odebrán, informovat. Daná dopravní organizace se potom ujímá reklamačního řízení. Písemně doložený negativní výsledek zkoušek motorové nafty v chemické laboratoři a zápis o odebrání vzorku motorové nafty z došlé cisterny slouží jako podklad pro reklamační řízení.

Dodavatel po oznámení reklamace provede svůj kontrolní odběr vzorku motorové nafty přímo z dané cisterny. Tento vzorek bude rozdělen na dvě části, jednu si ponechá dodavatel a druhá je určena k opětovnému rozboru v chemické laboratoři. Po vyhodnocení výsledků pokračuje reklamační řízení dále podle příslušného spisu v Obchodním zákoníku. [8]

3.1.1. STANOVENÍ HUSTOTY MOTOROVÉ NAFTY

Hustota motorové nafty se stanovuje skleněnými hustoměry (aerometry) či pyknometry. Stanovení hustoty pomocí hustoměru se provádí tak, že se odměrný válec naplní motorovou naftou, do odměrného válce se vloží hustoměr, tak aby se nedotýkal stěn válce, a odečte se naměřená hodnota, která se následně zapíše. Měření se provádí při pokojové teplotě, což je 20°C.

Stanovení hustoty pomocí pyknometru se spočívá v určení hmotnosti známého objemu. Suchý a prázdný pyknometr je nejdříve zváží. Poté se pyknometr napustí zkoumanou látkou, v našem případě motorovou naftou. Dále je pyknometr potřeba uzavřít a zajistit, aby neobsahoval bublinky vzduchu. Měření se provádí za konstantní teploty, tj, 20°C. a provádí se podle vzorce:

$$\rho_t = (m - m_0) / V_t \quad [\text{g/cm}^3]$$

ρ_t - hustota kapaliny v g/cm³ při 20°C

m - hmotnost pyknometru se zkoumanou látkou [g]

m_0 - hmotnost prázdného pyknometru [g]

V_t - objem pyknometru při teplotě měření [mm³]

Hustota motorové nafty je závislá na teplotě, stejně jako objemová roztažnost. [9]

3.1.2. STANOVENÍ BODU VZPLANUTÍ PODLE PENSKYHO – MARTENSE

Hořlavé kapaliny se dělí do 4 tříd nebezpečnosti, v závislosti na jejich bodu vzplanutí. Bod vzplanutí je taková nejnižší teplota, při které dojde u zkoumané směsi par se vzduchem k vzplanutí a okamžitému zhasnutí plamene.

Vzplanutí bývá podníceno přiblížením kahanu s plamenem. Pokud ovšem směs trvale hoří, jedná se již o bod hoření, který je běžně vyšší než bod vzplanutí.

Tab. 3. Rozdělení hořlavých kapalin

Třída nebezpečnosti	Bod vzplanutí v °C	Příklad
I	více než 21	automobilový benzín
II	21 - 55	letecký petrolej
III	55 - 100	motorová nafta
IV	100 - 250	motorový olej

Zkušební vzorek se pomalu zahřívá v uzavřeném kelímku. Tento kelímek je uzavřen víčkem a jeho obsah je neustále míchán. Uzávěr kelímku je opatřen otvorem, kterým se v přesně stanovených teplotních intervalech sklápí kahan s plamenem. Během tohoto sklápění dochází k přerušení míchání. Pro tento pokus je zapotřebí přístroj pro stanovení bodu vzplanutí podle Penskyho – Martense a teploměr s částečným ponorem.

Kelímek se zkušebním vzorkem motorové nafty naplníme až po rysku v kelímku. Poté kelímek uzavřeme a vložíme do zahřívací komory. Do otvoru ve víčku kelímku vložíme teploměr. Zahřívání vzorku je nutno upravit tak, aby teplota stoupala rychlostí cca 5 – 6°C/min. Zkoušení plame nem se započne při teplotě o 18 až 28°C nižší než je předpokládaný bod vzplanutí a zkouší se při každém zvýšení teploty o 1°C. [10]

3.1.3. STANOVENÍ OBSAHU VODY A NEČISTOT V MOTOROVÉ NAFTĚ

Stanovení obsahu vody v motorové naftě se provádí metodou coulometrické titrace podle Karl Fischera. Metoda je založená na měření průchodu elektrického náboje zkoumanou kapalinou. U této metody je potřeba přidat do vzorku titrační činidlo, což je směs různých chemických látek, které jsou nezbytné k provedení zkoušky.

Vzorek motorové nafty se nalije do přístroje a ten automaticky vyhodnotí obsah vody ve vzorku. Norma určuje, že maximální přípustný obsah vody v naftě je 200 mg/kg. Nadměrné množství vody v naftě zhoršuje její mazivost, dochází k jejímu nedokonalému spalování ve spalovacím prostoru a přispívá ke korozi kovových dílů v palivovém systému.

Stanovení obsahu nečistot v motorové naftě se provádí za pomoci filtrace přes látkový či papírový filtr. Po prolití motorové nafty přes filtr a následném usazení nečistot na filtru lze usoudit jak moc je nafta znečištěná. Při velkém obsahu nečistot v naftě hrozí zanesení palivového filtru a jeho protržení. Maximální množství nečistot dané normou je 24 mg/kg.

3.2. ZÁKLADNÍ FYZIKÁLNĚ CHEMICKÉ ROZBORY NAPÁJEVÍCH VOD, VOD PRO CHLAZENÍ SPALOVACÍCH MOTORŮ

Vzorek chladicí kapaliny určený pro kontrolu odebírá pouze pracovník, který je k tomuto úkonu řádně proškolen. Vzorek se odebírá do čisté a suché vzorkovnice, která je opatřena štítkem, na němž je zaznamenáno řada a číslo motorového hnacího kolejového vozidla, datum a důvod odběru, jméno a podpis odběratele vzorku.

Odběr vzorku chladicí kapaliny se na hnacím kolejovém vozidle provádí v místě, které je určenou technickou dokumentací vztahující se k tomuto vozidlu. Pokud toto místo není v technické dokumentaci stanoveno, provede se odběr z vyrovnávací nádržky chladicího systému.

Vzorek chladicí kapaliny nesmí být při odběru znečištěn, proto je nutné výpustný kohout před vlastním provedením odběru důkladně očistit. Vzorek se odebírá při provozní teplotě chladicí kapaliny do vzorkovnice o objemu cca 0,3 – 0,5 l.

Odběr vzorku se provádí vždy, když dojde k výměně chladicí kapaliny v chladicím okruhu hnacího kolejového vozidla, při opravách a po dosazení nového motoru, po úpravě chladicí kapaliny mimo vozidlo a po doplnění chladicí kapaliny, je-li připravována mimo vozidlo či při doplnění vyrovnávací nádržky vodou předepsané jakosti. [11]

3.2.1. STANOVENÍ CELKOVÉ TVRDOSTI SUROVÉ VODY

Tvrlost vody je důležitým pojmem, co se týče vhodnosti vody k určitým technologickým úkonům. Tvrlost vody dělíme na dva druhy, jedná se buď o tvrlost trvalou anebo dočasnou. Dočasná tvrlost vymizí, pokud vodu uvedeme do varu. Tato dočasná tvrlost je způsobena hydrogenuhličitaný vápníku a sodíku, které se díky varu vody ve vodě rozpustí. Trvalá tvrlost je potom dána síranem vápenatým a hořečnatým, který při varu vody rozpustit nelze. Součtem trvalé a dočasné tvrlosti vody dostáváme celkovou tvrlost vody.

Vzorek vody smícháme s odměrným roztokem chelatonu 3 o koncentraci 0,05 mol/litr. Chelaton se ve vodě váže při pH 10,7 – 11,5 na ionty vápníku a hořčíku. Vázání těchto iontů se projeví změnou barvy vody na modrou. Přesnost stanovení je 0,025 mol/l. Tvrlost vody se uvádí v mmol/l, měkká voda má hodnoty nižší jak 1 mmol/l, tvrdá voda má potom hodnoty vyšší než 3 mmol/l. K provedení zkoušky je zapotřebí 2 pipet, titrační baňky a byrety.

$$T_c = (a * f * C * 1000) / V \quad [\text{mmol/l}]$$

a – spotřeba 0,05 mol/l odměrného roztoku Chelatonu 3 [ml]

f – faktor odměrného roztoku Chelatonu 3 [-]

C – koncentrace odměrného roztoku Chelatonu 3 [0,05 mol/l]

V – objem vzorku [100 ml] ... [12]

3.2.2. STANOVENÍ CELKOVÉ ZÁSADITOSTI SUROVÉ VODY

Celková zásaditost neboli alkalita je schopnost vody neutralizovat do ní přidanou kyselinu. Celkovou zásaditost stanovujeme pomocí roztoku koncentrované kyseliny. K rozboru je zapotřebí pipeta, titrační baňka a automatická byreta. Ke 100 ml vzorku přidáme pipetou 3 – 4 kapky roztoku indikátoru a poté titrujeme roztokem kyseliny chlorovodíkové do změny barvy ze zelené do šedé.

$$\text{Celková zásaditost} = (a * f * C * 1000) / V \quad [\text{mmol/l}]$$

a – spotřeba 0,1 mol/l odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové [ml]

f – faktor odměrného roztoku kyseliny chlorovodíkové [-]

C – koncentrace kyseliny chlorovodíkové v odměrném roztoku [0,1 mol/l]

V – objem roztoku použitého pro titraci [100 ml] ... [13]

3.2.3. STANOVENÍ NEKARBONÁTOVÉ SOLNOSTI SUROVÉ VODY

Nekarbonátová solnost udává milimolovou koncentraci všech ve vodě obsažených aniontů minerálních kyselin. Zkouška se provádí na principu výměny kationtů za vodíkové ionty stykem vzorku vody s katexem ve vodíkovém cyklu. Poté z katexové kolony vytéká roztok volných minerálních kyselin, jejichž celkové množství se stanoví neutralizační titrací. K provedení zkoušky je zapotřebí katex S, odměrný roztok uhličitanu sodného v koncentraci 0,1 mol/l a směsný indikátorový roztok. Regenerovaná nebo nevyčerpaná katexová kolona, která byla důkladně vypláchnuta destilovanou vodou se prolije vzorkem vody.

Vzorek vody musí být o objemu cca 200 ml, po nalití vzorku se nechá odtéct asi 60 ml vzorku a dalším podílem se vypláchne odměrný válec, do kterého se posléze zachytí zbytek protékajícího vzorku.

Z tohoto zbytku se odpipetuje 100 ml do titrační baňky, kde se přidá 3 – 5 kapek indikátorového roztoku a poté se titruje odměrným roztokem uhličitanu sodného. Titrace se provádí až do změny barvy z vínově červené do šedé. [16]

$$N_s = (a * f * C * 1000) / V \quad [\text{mmol/l}]$$

a – spotřeba 0,1 mol/l odměrného roztoku uhličitanu sodného [ml]

f – faktor odměrného roztoku uhličitanu sodného [-]

C – koncentrace odměrného roztoku uhličitanu sodného [0,1 mol/l]

V – objem vzorku [100 ml] ... [14]

3.2.4. STANOVENÍ CHLORIDŮ PODLE MOHRA U SUROVÉ VODY

Stanovení chloridů v roztoku vody se provádí přidáním odměrného roztoku dusičnanu stříbrného. Vyloučení veškerých chloridů se projeví změnou barvy ze světle žluté do tmavě oranžové. Tato změna barvy je způsobena reakcí chromanu s přebytečnými ionty stříbra. Ke 100 ml vzorku v odměrném válci se přidá 1 ml chromanu draselného a titruje se odměrným roztokem dusičnanu stříbrného do přechodu barvy. [17]

$$\text{Chloridy} = [35,5 * (a-s) * f * C * 1000] / V \quad [\text{mg/l}]$$

35,5 – atomová hmotnost chloru [mg/mmol]

a – spotřeba 0,1 mol/l odměrného roztoku dusičnanu stříbrného [ml]

s – spotřeba 0,1 mol/l odměrného roztoku AgNO₃ na slepé stanovení [ml]

f – faktor odměrného roztoku dusičnanu stříbrného [-]

C – koncentrace odměrného roztoku dusičnanu stříbrného [0,1 mol/l]

V – objem vzorku [100 ml] ... [15]

3.2.5. STANOVENÍ pH U SUROVÉ VODY

pH je hodnota, která nám udává koncentraci vodíkových iontů. Čistá voda má pH = 7, posud' je hodnota pH menší jak 7, potom se jedná o kyselý roztok. Posud' je hodnota pH větší jak 7 potom se jedná o zásaditý roztok. Hodnota pH se stanovuje pomocí elektrody citlivé na změnu koncentrace vodíkových iontů pomocí pH metru. Odebere se vzorek vody a ten se poté zkontroluje pomocí pH metru. [16]

3.2.6. ROZBORY VZORKŮ CHLADICÍCH KAPALIN

Antikorol P1: Rozbor emulzního oleje Antikorolu P1 se provádí vizuální metodou. Metoda spočívá v porovnání vzorku odebraného z chladicí soustavy daného hnacího kolejového vozidla se standardním vzorkem o známe koncentraci.

Porovnává se intenzita mléčného zbarvení vzorku. Stejná intenzita mléčného zbarvení u vzorku a u standardu ukazuje na rovnost koncentrací Antikorolu P1. Do váženky odvážíme 2g emulzního oleje Antikorolu P1 z hnacího kolejového vozidla. Poté přidáme destilovanou vodu a vzniklou emulzi přelijeme do baňky o objemu 200 ml, doplníme destilovanou vodou po rysku a dobře promícháme. Dále podle tabulky připravíme 6 standardních emulzí.

Tab. 4. Tabulka pro přípravu standardů:

Standard č.	1% emulze Antikorolu P1 [ml]	Destilovaná voda [ml]	Obsah Antikorolu P1 [%]
1	4	76	0,05
2	8	72	0,10
3	12	68	0,15
4	16	64	0,20
5	20	60	0,25
6	24	56	0,3

Standardy je nutno připravovat v čistých kádinkách a následně uzavřít zátkou, tak aby pod ní nezůstala bublina vzduchu. Jednotlivé zkumavky je nutno označit příslušnou koncentrací a zapsat datum přípravy. Datum přípravy je nutno z toho důvodu, že standardy je možno uchovávat jen po dobu 2 měsíců. [19]

INDIKOR LAM: Vzorek chladicí kapaliny zkontrolujeme na koncentraci INDIKOR LAMu za pomoci refraktometrie. Ze vzorku odebereme asi 100 ml za pomoci pipety a v sušárně za teploty 110° C necháme tento vzorek odpařit minimálně do 1/10 jeho objemu. Zbytek vzorku přelijeme do odměrné baňky a doplníme destilovanou vodou na 10 ml. Vše se řádně promíchá a poté se několik kapek přenesse na měrnou plošku refraktometru. Poté se postupuje podle návodu k refraktometru.

$$C = ({}^{\circ}Bx / Y) * 2,2$$

C – skutečná koncentrace INDIKORu

°Bx – odečet na stupnici refraktometru

Y – poměr objemu původního vzorku k objemu vzorku zkoncentrovaného

2,2 – konstanta pro přepočet ... [17]

3.3. TRIBOTECHNICKÁ DIAGNOSTIKA OLEJŮ

Oleje dodávané do PJ DKV musí svojí kvalitou odpovídat podmínkám kvality, které deklaruje výrobce daného oleje. Kvalitu čerstvých olejů dodaných do DKV kontroluje PCHL dané DKV. Kontrola spočívá ve stanovení bodu vzplanutí, viskozity, obsahu vody v oleji a hustoty při 15° C. Vedoucí skladu paliv a maziv odpovídá za odběr a kompletní rozbor dodaného oleje.

Vzorek se odebere do vzorkovnice, na jejíž štítek se zapíše číslo cisterny případně sudové zásilky, datum dodání oleje do dopravní organizace, datum odběru, důvod odběru, jméno a podpis pracovníka, který odběr prováděl

U dodávek nového oleje se vzorek odebírá v případě sudové dodávky ze dna sudu a v případě dodávky v cisterně vrchem z cisterny. Vzorek odebereme do suché vzorkovnice s obsahem cca 0,5 l. Láhev se plně pouze do 2/3 jejího objemu.

Pokud odebíráme motorový olej z kolejového hnacího vozidla, které je již v provozu, nesmíme vzorek oleje znehodnotit nečistotami. Proto musíme výpustný kohout na vozidle před samotným odběrem důkladně očistit a bez manipulace s výpustným kohoutem odebereme 0,3 l motorového oleje, který poté vlijeme do motorové skříně nebo olejové nádrže.

Vzorek motorového oleje určený pro následný rozbor v chemické laboratoři odebereme do suché a čisté vzorkovnice. Vzorkovnici o objemu cca 0,5 l naplníme pouze do 2/3 jejího objemu. Motorový olej se odebírá za chodu olejového čerpadla a jen pokud je zahřán na provozní teplotu a dobře tekutý.

Vzorkovnice se opatří štítkem, na kterém je uvedeno druh oleje, řada a číslo motorového hnacího vozidla, datum a důvod odběru, jméno a podpis odběratele vzorku. K štítku se následně připojí počet najetých kilometrů a motohodin. Tyto údaje jsou zapsány v provozním listu k danému HKV. [18]

3.3.1. STANOVENÍ BODU VZPLANUTÍ A HOŘENÍ U OLEJE

Jedná se o stejný princip jako při stanovení bodu vzplanutí a hoření u motorové nafty, opět je nutné, aby vzplály nebo hořely výpary vznikající při zahřívání vzorku. Vzorek oleje nalijeme do otevřené kelímku po rysku. Do kelímku umístíme teploměr a zahřívání nastavíme tak, aby teplota vzorku zpočátku stoupala rychlostí 14 – 16° C za minutu. Při posledních 28° C před předpokládaným vzplanutím snížíme rychlost ohřevu vzorku tak, aby teplota vzorku stoupala o 5 - 6° C za minutu.

Od této teploty začínáme používat zkušební plamínek při každém zvýšení teploty vzorky o 2° C. Celý přístroj je vhodné umístit do ochranného krytu, kvůli proudění vzduchu nad kelímkem a při vysokém obsahu vody v oleji hrozí při teplotě vyšší než 100°C k přehřívání až vystřikování oleje z kelímku. [19]

3.3.2. STANOVENÍ KINEMATICKÉ VISKOZITY OLEJE

Viskozita je míra odporu kapaliny proti tečení. Viskozitu rozdělujeme na kinematickou a dynamickou. Dynamická viskozita vyjadřuje sílu v Newtonech, která je potřebná k tomu, aby se vrstva oleje o ploše 1 m² posunula o vzdálenost 1 m oproti jiné vrstvě vzdálené od první 1 m. Hlavní jednotkou dynamické viskozity je N.s/m². Kinematická viskozita je dána jednotkou m²/s.

Vybereme takové viskozimetry, jejichž doba průtoku je minimálně 200 s ale nesmí překročit dobu 600 s. Vybraný viskozimetr naplníme vzorkem oleje podle pokynů pro daný viskozimetr. Takto naplněný viskozimetr zavěsíme do temperovací lázně až do dosažení teploty potřebné k měření. Změří se doba, za kterou projde kapalina mezi ryskami. Měření provedeme 2x a výsledná hodnota kinematické viskozity se zprůměruje.

Viskozita oleje je důležitá pro správné mazání všech pohyblivých částí, při příliš vysoké viskozitě dochází k nedokonalému oddělení dvou pohyblivých povrchů, stejně tak jako i při příliš nízké viskozitě. Hrozí proto zadírávání pohyblivých částí a při delším působení případná havárie.

$$v = A * t \quad [\text{mm}^2/\text{s}^{-1}]$$

A – konstanta viskozimetru v [mm²/s²]

t – doba průtoku [s]

v – viskozita [mm²/s⁻¹]

Vztah pro přepočet:

$$\mu = \eta / \rho$$

μ – kinematická viskozita

η – dynamická viskozita

ρ - hustota ... [20]

3.3.3. STANOVENÍ OBSAHU VODY V OLEJI

Při destilaci směsi rozpouštědla a vzorku oleje strhávají páry z rozpouštědla páry z vody, která se pak usazuje v kalibrované části přístroje. Po ukončení destilace a ustálení se oddělí vrstva vody a odečte se objem celkového obsahu vody. Do suché destilační baňky nalijeme dobře rozmíchaný motorový olej. Jeho hmotnost musí být 100 g. Poté přidáme 150 ml technického benzínu. Na baňku nasadíme destilační nástavec spojený s chladičem a vzorek začneme zahřívat. Zahříváme až k bodu varu vzorku a pokračujeme v rovnoměrném varu do té doby, než kapky benzínu nejsou čiré a objem vody v kalibrované části přístroje zůstává konstantní.

Obsah vody v ml ve vzorku odpovídá obsahu vody v % za předpokladu, že bylo naváženo přesně 100 g oleje. Voda v oleji může s olejem vytvořit emulzi, dochází k degradaci oleje což je pak nevýhodné vzhledem k mazání pohyblivých částí. [21]

3.3.4. STANOVENÍ OBSAHU NEROZPUSTNÝCH LÁTEK

Vzorek oleje zvážíme, poté zředíme směsí HEO (n-hexan, etanol, kyselina olejová). Odstředěné nerozpustné látky se váží na HEO, poté se vysuší a následně zváží. Výsledek se potom vyjádří v hmotnostních %.

Do skleněné kyvety o objemu 100 ml navážíme 5 – 10 g vzorku oleje. Následně kyvetu naplníme směsí HEO cca 2 cm pod její horní okraj a vzniklou směs důkladně rozmícháme. Kyvety, které budou v odstředivce umístěny proti sobě je nutno vyvážit na laboratorních vahách. Odstřeďování se provádí po dobu 20 minut při otáčkách odstředivky 6000 ot/min. Po tomto čase odlijeme čistou kapalinu, znovu doplníme směs HEO a důkladně rozmícháme. Druhé odstředění se provádí 10 minut. Poté nádobku s nerozpustnými látkami sušíme v peci při teplotě 105°C a po vychladnutí zvážíme.

Nerozpustné látky v oleji jsou látky, které HEO nerozpustí. Jsou nevýhodné v tom smyslu, že obvykle jsou velmi tvrdé povahy, hrozí proto obrušování míst, kterými olej prochází.

obsah nerozpustných látek v HEO = $(b * 100) / a$ [% hm]

a – navážka vzorku oleje [g]

b – hmotnost nerozpustných látek [g]

HEO směs = 97 % hm n-hexanu, 2 % hm etbanolu, 1 % hm kyseliny olejové [22]

3.3.5. STANOVENÍ OBSAHU MECHANICKÝCH NEČISTOT V OLEJI Z PROVOZU NA MEMBRÁNOVÉM FILTRU

Filtrací vzorku za pomoci podtlaku membránovým filtrem jsme schopni oddělit cizorodé částice z oleje. Stanovení jejich obsahu se provádí zjištěním hmotnostního přírůstku daného filtru. Použijeme dva označené membránové filtry, které vložíme do filtrační nálevky a připojíme odsávačku. Poté nalijeme do nálevky 100 ml rozpouštědla, uzavřeme zátkou a zapojíme vývěvu. Jakmile rozpouštědlo zfiltrujeme, membránové filtry vyndáme, vložíme do Petriho misek.

Sušíme při teplotě 105° C po dobu 30 minut. Po vychladnutí tyto filtry zvážíme. Filtry vložíme zpět do filtrační nálevky, přidáme 100 ml vzorku oleje a zapojíme vývěvu. Filtry přeneseme do Petriho misek a poté je opět sušíme při teplotě 105° C po dobu 30 min. Po vychladnutí filtry zvážíme.

Mechanické nečistoty v oleji jsou obvykle kovové špóny vznikající při opotřebení motoru, případně různé jiné usazeniny jako saze a podobně. Opět jsou velmi tvrdé povahy, tudíž hrozí obrušování míst, kterými olej prochází. [26]

$$M = \frac{(M3 - M1) - (M4 - M2)}{V} \cdot 100$$

M1 – hmotnost vrchního filtru před filtrací vzorku [mg]

M2 - hmotnost spodního filtru před filtrací vzorku [mg]

M3 - hmotnost vrchního filtru po filtrací vzorku [mg]

M4 - hmotnost spodního filtru po filtrací vzorku [mg]

V – objem vzorku [ml] ... [23]

3.3.6. STANOVENÍ CELKOVÉ ALKALITY OLEJE

Metoda slouží k stanovení obsahu zásaditých složek a to organických i anorganických zásad nebo solí slabých kyselin či solí těžkých kovů, které by se mohly podílet na celkové zásaditosti vzorku oleje. Celková alkalita odpovídá množství kyseliny chloristé, která je zapotřebí pro neutralizaci všech zásaditých složek obsažených v 1g vzorku.

Podstatou zkoušky je potenciometrická titrace vzorku oleje v roztoku směsi chlorbenzenu a kyseliny octové. Titrace se provádí odměrným roztokem kyseliny chloristé. Pro stanovení celkové alkality je možno použít dva roztoky vhodné k titraci, buď kyselinu chloristou, nebo kyselinu chlorovodíkovou.

Do oleje se dostává síra, která je obsažena v motorové naftě. Tato síra způsobuje zvýšení kyselosti oleje. Tato kyselost podporuje korozi všech kovových částí motoru a vznikají úsady. [24]

3.3.7. STANOVENÍ KARBONIZAČNÍHO ZBYTKU PODLE CONRADSONA

Karbonizační zbytek lze charakterizovat jako náchylnost motorového oleje k tvorbě uhlíkatých zbytků při vysoké teplotě. Je to množství zbytků, které vznikne pomocí termického rozkladu bez přístupu vzduchu. Vyjadřuje se v hmotnostních %. Karbonizační zbytek se analyzuje pomocí laboratorních vah.

Do zvážení kelímku navážíme 10 g vzorku oleje. Tento kelímek uzavřeme do malého ocelového kelímku, který se umístí do velkého ocelového kelímku a naplní písku a celý komplet uzavřeme. Komplet se postaví na trojnožku a přiklopí ocelovým krytem s komínkem. Zahříváme plynovým kahanem.

:

Karbonizační zbytek podle Conradsona = $(a / b) * 100$ [% hm]

a – hmotnost zbytku [g]

b – navážka vzorku [g] ... [25]

3.3.8. STANOVENÍ OBSAHU POPELA V OLEJI

Obsah popele ze vzorku motorového oleje se stanovuje pomocí hmotnostních %. Odvážený vzorek oleje se spálí a zjistí se hmotnost vyžíhaného zbytku po spálení.

Z rozboru popelu ale zjistit použité přísady v oleji i případné nečistoty. Na dno zvážené místy nalijeme cca 10 – 25 g oleje. Misku zahříváme na topné desce tak, aby se vznikající páry daly zapálit. Další zahřívání provádíme tak aby vzorek oleje klidně vyhořel. Až dojde k vyhoření vzorku, je nutno misku vyžít v peci při teplotě přibližně 750°C s maximální a minimální přípustnou odchylkou 25°C.

$$\text{popel} = (a / b) * 100 \quad [\% \text{ hm}]$$

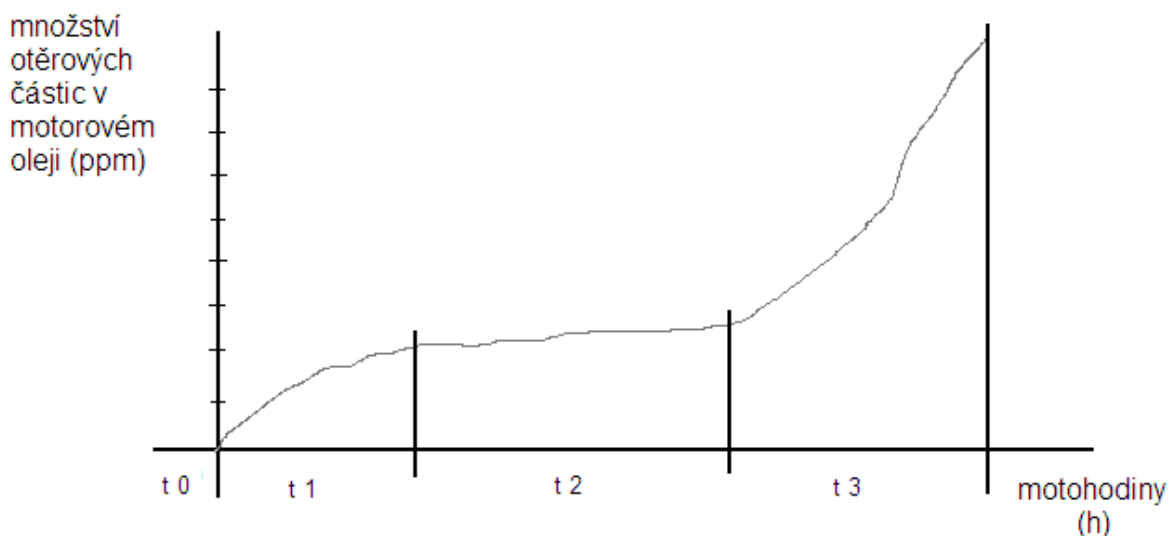
a – hmotnost popela [g]

b – navážka vzorku [g] ... [26]

3.2.9. FERROGRAFIE MOTOROVÉHO OLEJE

Jedná se o diagnostickou metodu, která je založena na oddělení částic od vlastního oleje. Podstatou je sedimentace kovových částic na speciální podložce při průtoku vzorku oleje přes silné magnetické pole. Tyto částice se poté zkoumají pod mikroskopem. Zkoumá je jejich tvar, charakter povrchu, barvu a hlavně jejich velikost. Po prozkoumání částic lze obvykle usoudit, k jak moc velkému opotřebení ve stroji dochází. Někdy je též možné odhadnout jaká část stroje není optimálně mazána. Výhodné je kontrolovat i olejové filtry, protože ty obvykle obsahují nejvíce částic. Je to díky jejich pórovitosti, která by neměla být vyšší jak 35 µm. Jedná se o bezdemontážní diagnostickou metodu. [27]

Graf závislosti množství otěrových částic v motorovém oleji na záběhu motoru a najetých motohodinách.



t 0 – uvedení vozidla do provozu.

t 1 – doba, po kterou je motor v záběhu, počet otěrových částic stoupá rychleji do té doby, než se vymezení veškeré provozní vůle.

t 2 – doba normálního provozu, počet otěrových částic mírně vzrůstá, jedná se o normální stav protože mírnému opotřebení se nelze vyhnout.

t 3 – doba, od které počet otěrových částic razantně stoupá, některá část motoru je nedostatečně mazána, hrozí poškození motoru.

Tab. 5. Limitní koncentrace otěrových kovů u velkého vznětového motoru.

Kov	Normální opotřebení (ppm)	Zvýšené opotřebení (ppm)	Nebezpečné opotřebení (ppm)
železo	< 50	50 - 75	> 75
měď	< 30	30 - 45	> 45
chrom	< 12	12 - 20	> 20
nikl	< 25	25 - 40	> 40
hliník	< 25	25 - 35	> 35
olovo	< 25	25 - 40	> 40
cín	< 5	5 - 12	> 12
křemík	< 25	-	> 25

3.2.10. ATOMOVÁ ABSORPČNÍ SPEKTROMETRIE

Jedná se o spektrometrickou, analytickou metodu sloužící k analýze stopového množství prvků v daném roztoku. Roztok vzorku je rozprášen a vzniklý aerosol je odváděn do měrné cely, kde je roztok odpařen pomocí plamene. Takto odpařený roztok se rozkládá na jednotlivé atomy. Plamenem prochází paprsek světla ze speciální výbojky. Fotony z tohoto paprsku jsou absorbovány atomy rozloženého vzorku. Zbytky fotonů, které nebyly absorbovány, dorazí na destičku optického detekčního systému. Počítač poté vyhodnotí výsledek rozboru. Metoda je schopná odhalit až 60 prvků z periodické tabulky prvků s citlivostí od několika setin do stovek ppm. [28]

4. NÁVRH DIAGNOSTICKÉHO PRACOVISTĚ PRO ROZBORY PROVOZNÍCH HMOT

4.1. ROZVAHA ZA JAKÝCH PODMÍNEK VYBAVIT PRACOVISTĚ VŠEMI PŘÍSTROJI A ZA JAKÝCH PODMÍNEK JEN ZÁKLADNÍMI PŘÍSTROJI

Přístrojové vybavení chemické laboratoře dané dopravní organizace je závislé na mnoha faktorech. V první řadě závisí na převládajícím druhu trakce, tzn., zdali je více vozidel s elektrickou či motorovou trakcí. U elektrické trakce připadá v úvahu pouze rozbor transformátorového oleje. U motorové trakce jsou to rozbor chladicí kapaliny a motorového oleje či nafty, která je do těchto vozidel tankována. Důležitým měřítkem je počet HKV a přípojných vozidel provozovaných v dopravní organizaci. Dále je důležitý jejich kilometrický proběh. Čím větší je jejich kilometrický proběh, tím větší bude frekvence rozborů provozních hmot.

Odebírat vzorky provozních hmot bude výhodné při plánovaných údržbových zásazích. Jedná se o provozní ošetření (O), při provozním ošetření bude výhodné odebírat vzorky motorového oleje, protože ten je pro HKV opatřené spalovacím motorem nejdůležitější. Dále odběr vzorku chladicí kapaliny a transformátorového oleje při malé periodické prohlídce (M).

Vzorky motorové nafty a nového motorového oleje se odebírají vždy při dodání nové zásilky do dopravní organizace.

Tab. 6. Kilometrický proběh HKV pro přístavbu k prohlídce.

Řada HKV	O (tis km)	M (tis km)
742	0,8 – 1,2	10 – 16
751	0,8 – 1,2	12 - 16
810	0,9 – 1,2	8 - 10
850	0,5 – 0,8	6 - 8

Příklad 1 : máme - li HKV vybavené motorovou trakcí, které je provozováno na hlavní trati, tudíž má roční kilometrický proběh příkladem 89 000 km, bude u něj potřeba odebrat 74 vzorků oleje a 5 vzorků chladicí kapaliny. Pro takovéto vozidlo bude výhodnější provádět rozborů v diagnostickém pracovišti, I protože četnost rozborů je zde vysoká.

Příklad 2 : máme - li HKV vybavené motorovou trakcí, které pracuje 8 h/denně na posunu (1 h posunu = 5 km), bude jeho roční kilometrický proběh 14 240 km. To znamená 11 rozborů motorového oleje a 1 rozbor chladicí kapaliny. Pro takovéto vozidlo bude výhodnější provádět rozborů v diagnostickém pracovišti II.

Máme – li dopravní organizaci, která provozuje velký počet HKV, přípojných vozidel a tyto vozidla mají vysoký kilometrický proběh – četnosti jejich prohlídek bude vyšší, vybavíme diagnostické pracoviště (pracoviště I) všemi přístroji potřebnými pro kompletní sadu zkoušek provozních hmot. Tím se myslí, že se na tomto pracovišti budou provádět rozborů motorové nafty, motorových a jiných olejů s využitím ferrografie a atomové absorpční spektrometrie, dále kompletní rozborů surové vody a chladicí kapaliny. Toto diagnostické pracoviště bude provádět i rozborů provozních hmot, které dojdou zásilkou z diagnostické pracoviště, které nemá potřebné přístrojové vybavení.

V případě dopravní organizace, která provozuje vysoký počet elektrických HKV, přidáme dále plynovou chromatografii transformátorového oleje.

Máme – li tedy dopravní organizaci, která provozuje malý počet HKV, přípojných vozidel a tyto vozidla mají nízký kilometrický proběh - četnost prohlídek bude tedy také nižší, vybavíme diagnostické pracoviště (pracoviště II) pouze základními přístroji pro rozборы provozních hmot. Doplnkové rozборы provozních hmot budou prováděny na jiném pracovišti. Základními rozборы se myslí stanovení hustoty motorové nafty, stanovení bodu vzplanutí motorové nafty, stanovení obsahu vody a nečistot v motorové naftě. Co se týče surové vody a chladicí kapaliny tak pouze rozборы ANTIKOROLu P1 a INDIKOR LAMu. A poté rozборы motorového oleje s výjimkou ferrografie, atomové absorpční spektrometrie a u transformátorového oleje plynové chromatografie.

4.2. VYBAVENÍ DIAGNOSTICKÉHO PRACOVISTĚ I

Diagnostické pracoviště I, je pracoviště, ve kterém se provádějí veškeré rozборы provozních hmot. Vybavit toto pracoviště bude tedy daleko nákladnější než vybavit pracoviště č. II. Největší pořizovací náklady budou vynaloženy na drahé přístroje, jako je atomový absorpční spektrometr či ferrograf nebo plynový chromatograf.

Základním vybavením je nábytek potřebný pro provoz tohoto pracoviště. Poté je zde zapotřebí různých druhů laboratorního skla, dále ochranné pomůcky při práci a poté příslušné přístrojové vybavení. Rozvod vody a elektrické energie je v rámci dopravní organizace, rozvod plynu je v laboratoři pomocí propanbutanové bomby. Personální obsazení čítá tři osoby, vedoucího laboratoře a dva laboranty.

Nábytek potřebný k provozu diagnostického pracoviště:

Pracovní stoly s minimální délkou 120cm na jednoho pracovníka, stoly musí být vybaveny přívodem elektrické energie a vody. Přívod vody je zajištěn pomocí laboratorní armatury, stůl obsahuje dřez a dále přívod elektrické energie.

Odkládací stoly s minimální délkou 120 cm na jednoho pracovníka. Kancelářský stůl, židle podle počtu pracovníků, skříně a skříňky.

Ochranné pomůcky a jiné vybavení:

Ochranné brýle, ochranné rukavice latexové, chemické, protižárové, laboratorní pláště, košile a kalhoty - pánské a dámské. Utěrky a ručníky, odpadkový koš a zásobník na mýdlo, čisticí a dezinfekční prostředky.

Laboratorní sklo:

Sada kádinek různého objemu s výlevkou, sada odměrných válců různého objemu, sada petriho misek, uzavírací baňky, sada nálevek, pipety, byrety, zkumavky, uzavíratelné láhve.

Další vybavení:

Sada teploměrů skleněných či digitálních, hustoměr s vestavěným teploměrem či pyknometr, laboratorní váha s citlivostí 0,1 g, podstavec pod váhu, indikátorové pH papírky, pH metr, refraktometr, stopky s rozlišením 0,01 s, laboratorní mikroskop, skleněné kapilární viskozimetry, coulometr ke stanovení obsahu vody podle Karl Fischera, laboratorní pec, sušicí pec, topná deska, atomový absorpční spektrometr, ferrograf, sada papírových filtrů různé pórovitosti, laboratorní odstředivka, katexová kolona, přístroj pro stanovení vody v oleji, plynový chromatograf (pouze u dopravní organizace, která provozuje elektrické HKV), systém pro archivaci dat, digestoř.

4.3. VYBAVENÍ DIAGNOSTICKÉHO PROCVIŠTĚ II

Diagnostické pracoviště II je pracoviště, ve kterém se provádějí pouze základní rozborů provozních hmot. Vybavit toto pracoviště nebude tak nákladné jako pracoviště I. Ve vybavení tohoto pracoviště nejsou zahrnuty nákladné přístroje jako atomový absorpční spektrometr a nebo ferrograf apod. Úspora spočívá také v nákladech na vybavení, vzhledem k tomu že se v tomto pracovišti neprovádí tolik rozborů a tak často. Nebude zapotřebí takové množství laboratorního skla a ochranných pomůcek než u pracoviště I. Taktéž zde bude zapotřebí nižší množství personálu. Rozvod vody a elektrické energie je v rámci dopravní organizace, rozvod plynu je v laboratoři pomocí propanbutanové bomby. Personál čítá 2 osoby, vedoucího laboratoře a jednoho laboranta.

Nábytek potřebný k provozu diagnostického pracoviště:

Pracovní stoly s minimální délkou 120cm na jednoho pracovníka, stoly musí být vybaveny přívodem elektrické energie a vody. Přívod vody je zajištěn pomocí laboratorní armatury, stůl obsahuje dřez a dále přívod elektrické energie.

Odkládací stoly s minimální délkou 120 cm na jednoho pracovníka. Kancelářský stůl, židle podle počtu pracovníků, skříně a skříňky.

Ochranné pomůcky a jiné vybavení:

Ochranné brýle, ochranné rukavice latexové, chemické, protižárové, laboratorní pláště, košile a kalhoty - pánské a dámské. Utěrky a ručníky, odpadkový koš a zásobník na mýdlo, čistící a dezinfekční prostředky.

Laboratorní sklo:

Sada kádinek různého objemu s výlevkou, sada odměrných válců různého objemu, sada petriho misek, uzavírací baňky, sada nálevek, pipety, byrety, zkumavky, uzavíratelné láhve.

Další vybavení:

Sada teploměrů skleněných či digitálních, hustoměr s vestavěným teploměrem či pyknometr, laboratorní váha s citlivostí 0,1 g, podstavec pod váhu, pH metr, refraktometr, stopky s rozlišením 0,01 s, skleněné kapilární viskozimetry, coulometr ke stanovení obsahu vody podle Karl Fischera, laboratorní pec, sušící pec, topná deska, sada papírových filtrů různé pórovitosti, laboratorní odstředivka, katexová kolona, přístroj pro stanovení vody v oleji, systém pro archivaci dat, digestoř.

4.4. POŘIZOVACÍ NÁKLADY NA VYBAVENÍ DIAGNOSTICKÉHO PRACOVISTĚ I

Ceny uvedené v následujících tabulkách jsou v korunách českých, jsou za jeden kus, pokud není napsáno jiným způsobem, jsou orientační a bez DPH. Ceny byly převzaty z dostupného katalogu pro rok 2009.

Tab. 7. Laboratorní nábytek.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
pracovní stůl s laboratorní armaturou a příívodem elektrické energie	6 100

psací stůl	2 715
odkládací stůl	2 150
židle kancelářská	580
ocelová skříňka s křídlovými dveřmi	5340
skříňka dřevěná	3970
police nástěnná dřevěná	1405
digestoř laboratorní	60 755

Tab. 8. Laboratorní sklo.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
kádinka s výlevkou	podle objemu od 19 do 567
miska petriho	podle objemu od 10 do 672
odměrný válec vysoký	podle objemu od 91 do 775
pyknometr	304
pipeta třída A	podle objemu od 49 do 191
láhev uzavíratelná	podle objemu od 105 do 7990
byreta třída A	podle objemu od 479 do 655
zkumavka uzavíratelná	podle objemu od 23 do 255

Tab. 9. Ochranné pomůcky.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
brýle ochranné	45
ochranný štít plexi	165
latexové rukavice	136 za balení
chemické rukavice	105
ochranné rukavice protižárové	725
plášť pánský / dámský	325 / 370

košile pánská / dámská	205
kalhoty pánské / dámské	255 / 245
utěrky papírové	275 za 500 ks
ručníky skládané	575 za 3 000 ks
koš odpadkový 20 l	465
zásobník na tekuté mýdlo / mýdlo	620 / 99 za 1000 ml

Tab. 10. Ostatní vybavení a přístroje.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
hustoměr s vestavěným teploměrem	460
laboratorní váha a podstavec	6 200
pH metr přenosný	890
stopky	690
refraktometr	11 500
teploměr tyčinkový	215
teploměr na výrobky z ropy	360
mikroskop laboratorní	33 950
ferrograf	76 400
kapilární viskozimetr	4 120
laboratorní pec	32 990
sušicí pec	65 500
topná deska	7 950
katexová kolona	30 500
přístroj pro stanovení vody v oleji	22 850
atomový absorpční spektrometr	přibližně více jak 300 000
filtrační papír	podle průměru od 174 do 1890 (1000ks balení)
titrátor Titro-line	63 420

laboratorní odstředivka	26 800
sada žíhacích kelímků	podle průměru od 23 do 68
laboratorní nářadí a držáky	dohromady cca 6 000
laboratorní chemikálie	dohromady cca 4 000
kahan plynový kovový	590
osobní počítač s operačním systémem a vhodným programem pro archivaci dat, tiskárna, připojení k internetu	20 000 dohromady
bezpečnostní skříň pro skladování chemikálií a hořlavín v laboratoři	45 250
plynový chromatograf (pouze u dopravní organizace, která provozuje velké množství elektrických HKV)	149 000

4.5. CELKOVÉ NÁKLADY NA VYBAVENÍ DIAGNOSTICKÉHO PRACOVISTĚ I

Tab. 11. Celkový součet cen za vybavení.

Typ vybavení	náklady v Kč
celkem za laboratorní nábytek (pro 3 osoby pracující v laboratoři)	133 000
celkem za laboratorní sklo	10 700
celkem za laboratorní ochranné pomůcky pro 3 osoby	6 000
celkem za ostatní vybavení a přístroje	656 500

Celkový součet za vybavení diagnostického pracoviště II : zaokrouhleně 805 000 Kč.

4.6. POŘIZOVACÍ NÁKLADY NA VYBAVENÍ DIAGNOSTICKÉHO PRACOVISTĚ II

Ceny uvedené v následujících tabulkách jsou v korunách českých, jsou za jeden kus, pokud není napsáno jiným způsobem, jsou orientační a bez DPH. Ceny byly převzaty z dostupného katalogu pro rok 2009.

Tab. 12. Laboratorní nábytek.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
pracovní stůl s laboratorní armaturou a přívodem elektrické energie	6 100
psací stůl	2 715
odkládací stůl	2 150
židle kancelářská	580
ocelová skříňka s křídlovými dveřmi	5 340
skříňka dřevěná	3 970
police nástěnná dřevěná	1405
digestoř laboratorní	60 755

Tab. 13. Laboratorní sklo.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
kádinka s výlevkou	podle objemu od 19 do 567
miska petriho	podle objemu od 10 do 672
odměrný válec vysoký	podle objemu od 91 do 775
pyknometr	304
pipeta třída A	podle objemu od 49 do 191

láhev uzavíratelná	podle objemu od 105 do 7 990
byreta třída A	podle objemu od 479 do 655
zkumavka uzavíratelná	podle objemu od 23 do 255

Tab. 14. Ochranné pomůcky.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
brýle ochranné	45
ochranný štít plexi	165
latexové rukavice	136 za balení
chemické rukavice	105
ochranné rukavice protižárové	725
plášť pánský / dámský	325 / 370
košile pánská / dámská	205
kalhoty pánské / dámské	255 / 245
utěrky papírové	275 za 500 ks
ručníky skládané	575 za 3 000 ks
koš odpadkový 20 l	465
zásobník na tekuté mýdlo / mýdlo	620 / 99 za 1 000 ml

Tab. 15. Ostatní vybavení a přístroje.

Typ vybavení	kč za jeden kus není-li uvedeno jiným způsobem
hustoměr s vestavěným teploměrem	460
laboratorní váha a podstavec	6 200
pH metr přenosný	890
stopky	690
refraktometr	11 500

teploměr tyčinkový	215
teploměr na výrobky z ropy	360
kapilární viskozimetr	4 120
laboratorní pec	32 990
sušící pec	65 500
topná deska	7 950
filtrační papír	podle průměru od 174 do 1890 (1000ks balení)
titrátor Titro-line	63 420
laboratorní odstředivka	26 800
sada žíhacích kelímků	podle průměru od 23 do 68
laboratorní nářadí a držáky	dohromady cca 6 000
laboratorní chemikálie	dohromady cca 4 000
kahan plynový kovový	590
katexová kolona	30 500
přístroj pro stanovení vody v oleji	22 850
osobní počítač s operačním systémem a vhodným programem pro archivaci dat, tiskárna, připojení k internetu	20 000 dohromady
bezpečnostní skříň pro skladování chemikálií a hořlavín v laboratoři	45 250

4.7. CELKOVÉ NÁKLADY NA VYBAVENÍ DIAGNOSTICKÉHO PRACOVISTĚ II

Tab. 16. Celkový součet cen za vybavení.

Typ vybavení	náklady v Kč
celkem za laboratorní nábytek (pro 2 osoby pracující v laboratoři)	103 125
celkem za laboratorní sklo	8 500
celkem za laboratorní ochranné pomůcky pro 2 osoby	5 000
celkem za ostatní vybavení a přístroje	352 625

Celkový součet za vybavení diagnostického pracoviště II : zaokrouhleně 470 000 Kč.

5. VYHODNOCENÍ NÁVRHU

Co se týče vyhodnocení návrhu, nyní jsme schopni podle počtu provozovaných vozidel a jejich kilometrického proběhu objektivně navrhnout vybavení pro diagnostické pracoviště I i II. Ceny uvedené v obou návrzích jsou pouze orientační, protože každý výrobce či dodavatel laboratorní techniky poskytuje dané výrobky s jinou cenou. Konkrétní vybavení diagnostického pracoviště I a II nemusí být nutně zařízeno podle této práce. Tato práce přináší jen jednu ze škály variant jak takové diagnostické pracoviště vybavit. Přínosem této bakalářské práce je kompletní ukázka rozborů provozních hmot a dále možnost jak podle jedné z variant toto diagnostické pracoviště pro provádění daných rozborů vybavit.

6. PODĚKOVÁNÍ A ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývala rozbory provozních hmot a podle konkrétních rozborů, podle vozidel a jejich kilometrického proběhu bylo posléze navrženo možné vybavení pro diagnostické pracoviště I a II.

Touto cestou bych rád poděkoval svému vedoucímu práce, za jeho čas, který ve svém volnu věnoval konzultacím k mojí práci.

ODKAZY NA LITERATURU V TEXTU

- [1] http://www.km-prona.cz/bl/BL%20CRC_Motorove_nafty.pdf
- [2] http://www.pospaoil.cz/b_listy/oleje/trysk_plus.pdf
- [3] http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pce/04/halamka.pdf
- [4] <http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=834&mark>
- [5] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 43.
- [6] <http://www.aquaproduct.cz/>
- [7] Škapa P. *Provoz dep II*, 2004, str 19.
- [8] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 32 – 33.
- [9] <http://cesmina.vscht.cz/trp/images/Dokuments/Navody-na-laboratore/Hustota-ropnych-produktu-bac+mag.pdf>
- [10] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 68.
- [11] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 43 – 44.
- [12] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 72.
- [13] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 73.

- [14] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 74 - 75.
- [15] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 76.
- [16] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 77.
- [17] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 81 – 83.
- [18] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 27 - 31.
- [19] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 54.
- [20] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 55 – 56.
- [21] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 57.
- [22] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 58.
- [23] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 62.
- [24] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 66.
- [25] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 64.
- [26] Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel, 2007, str. 63.
- [27] <http://www.cd rail.cz/VTS/CLANKY/vts21/2112.pdf>
- [28] http://cs.wikipedia.org/wiki/Atomová_absorpční_spektroskopie

POUŽITÁ LITERATURA

Bezpečnostní list Motorové nafty, [online]. Říjen 1999, [cit. 27. června 2009]

Dostupné na : <http://www.km-prona.cz/bl/BL%20CRC_Motorove_nafty.pdf>

Bezpečnostní list Motorového oleje TRYSK M6ADS II PLUS, [online]. Červenec 1999, [cit. 27. června 2009] Dostupné na :

<http://www.pospaoil.cz/b_listy/oleje/trysk_plus.pdf>

HALÁMKA, Radek. *Důvody výměny a přeprava transformátorového oleje.*

Dopravní fakulta Jana Pernera, 2004, 18 s. [online], [cit. 29. června 2009]

Dostupné na : <http://envi.upce.cz/pisprace/ks_pce/04/halamka.pdf>

Technická týdeník, Hydraulické oleje na počátku 21. století, [online]. Říjen 2007, [cit. 30. června 2009] Dostupné na :

<<http://www.techtydenik.cz/detail.php?action=show&id=834&mark>>

Stránky firmy Aquaproduct, [online], [cit. 30. června 2009] Dostupné na :

<<http://www.aquaproduct.cz/>>

ŠKAPA, Petr. *Provoz dep II.* Ostrava: VŠB – TUO, 2004. 106 s. Fakulta strojní. ISBN 80-248-0670-3.

Tribotechnické aplikace vybraných instrumentálních metod, [online], Duben 2006, [cit. 12. července 2009] Dostupné na :

<<http://www.cd rail.cz/VTS/CLANKY/vts21/2112.pdf>>

Atomová absorpční spektrometrie, [online], Červenec 2009,

[cit. 18. července 2009] Dostupné na :

<http://cs.wikipedia.org/wiki/Atomová_absorpční_spektroskopie>

NEZNÁMÝ AUTOR. *Směrnice pro zkoušení provozních hmot mimozáručních hnacích vozidel*, České Dráhy a.s. 2007, 96 str.

Hustota ropných produktů, [online], Květen 2009,

[cit. 22. července 2009] Dostupné na :

< <http://cesmina.vscht.cz/trp/images/Dokumenty/Navody-na-laboratore/Hustota-ropnych-produktu-bac+mag.pdf> >

PŘÍLOHY

P1 – Ferrograf REO – 1



P2 – Příklad na stanovení teploty vzplanutí



P3 – Atomový absorpční spektrometr

